



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

**ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY**

INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

**VR PROSTŘEDÍ PRO NÁVRH INTERIÉRU**

VR ENVIRONMENT FOR INTERIOR DESIGN

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Jakub Foltán

**VEDOUcí PRÁCE**

SUPERVISOR

Ing. Tomáš Hůlka

**BRNO 2021**



# Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automatizace a informatiky  
Student: **Jakub Foltán**  
Studijní program: Strojírenství  
Studijní obor: Aplikovaná informatika a řízení  
Vedoucí práce: **Ing. Tomáš Hůlka**  
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

## VR prostředí pro návrh interiérů

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem studenta bude nejprve stručné zhodnocení dostupných engineů pro VR. Ve vhodně zvoleném prostředí pak vytvoří aplikaci pro návrh interiérů, která bude doplněna o aktivní a interaktivní prvky a otestuje ji na reálném VR headsetu.

### Cíle bakalářské práce:

Stručná rešerše problematiky.  
Vytvoření VR aplikace s aktivními a interaktivními prvky.  
Otestování funkčnosti na reálném zařízení.

### Seznam doporučené literatury:

WANG, S., MAO, Z., ZENG, C., GONG, H., LI, S. and CHEN, B.: A new method of virtual reality based on Unity3D, 2010 18th International Conference on Geoinformatics, Beijing, 2010, pp. 1-5.

TRENHOLME, D., SMITH, S.P.: Computer game engines for developing first-person virtual environments, Virtual Reality (2008) 12: 181.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

---

doc. Ing. Radomil Matoušek, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Virtuální realita v současnosti začíná přesahovat mimo zábavní průmysl i do jiných odvětví. Může nabídnout pocit přenesení na jiné místo, nebo vizualizaci předmětů, které ještě nejsou v realitě vytvořeny. Bakalářská práce je zaměřena na virtuální realitu jako prostředek pro návrh interiéru. Teoretická část práce vymezuje samotný pojem virtuální reality a základní pojmy pro získání orientace v dané problematice, včetně historického vývoje. Dále se práce zabývá herními enginy, kde je stručně popsána historie jejich vzniku, nezbytnými komponentami a výběrem nejpoužívanějších enginů pro vývoj virtuální reality. Praktická část se zabývá tvorbou prostředí, které bude vhodné pro návrh interiéru včetně interaktivních prvků.

## **ABSTRACT**

Virtual reality is now beginning to reach beyond the entertainment industry into other sectors. It can offer the feeling of being transported to another place, or the visualisation of objects not yet created in reality. This bachelor thesis focuses on virtual reality as a means for interior design. The theoretical part of the thesis defines the term virtual reality itself and the basic concepts to get an orientation on the subject, including the historical development. Furthermore, the thesis deals with game engines, where the history of their creation, the necessary components and the selection of the most used engines for virtual reality development are briefly described. The practical part deals with the development of an environment suitable for interior design, including interactive elements.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Virtuální realita, herní enginy, návrh interiéru, Unity, SteamVR

## **KEYWORDS**

Virtual reality, game engines, interior design, Unity, SteamVR



ÚSTAV AUTOMATIZACE  
A INFORMATIKY



2021

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

FOLTÁN, Jakub. VR prostředí pro návrh interiéru. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/132856>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automatizace a informatiky. Vedoucí práce Tomáš Hůlka.





## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěl bych zde poděkovat svému vedoucímu práce Ing. Tomáši Hůlkovi za cenné rady a odbornou pomoc při zpracování mé bakalářské práce. Rád bych také poděkoval svým nejbližším za jejich trpělivost a podporu.



## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, vypracoval jsem ji samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury.

Jako autor uvedené práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následku porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona c. 121/2000 Sb., včetně možných trestně právních důsledků.

V Brně dne 22. 5. 2021

.....

Jakub Foltán



# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>VIRTUÁLNÍ REALITA .....</b>	<b>17</b>
2.1	Definice pojmu virtuální realita.....	17
2.2	Historie a vývoj .....	17
2.3	Současná zařízení .....	22
2.3.1	PlayStation VR .....	22
2.3.2	Oculus Rift S .....	22
2.3.3	Oculus Quest 2.....	23
2.3.4	HTC Vive Pro.....	24
2.3.5	Valve Index.....	24
<b>3</b>	<b>HERNÍ ENGINEY .....</b>	<b>26</b>
3.1	Pojem herní engine .....	26
3.2	Historický vývoj .....	26
3.3	Základní komponenty .....	27
3.4	Současné herní enginey .....	27
3.4.1	Unreal Engine 4 .....	27
3.4.2	Unity .....	28
3.4.3	CryEngine.....	29
<b>4</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>30</b>
4.1	Vytvoření projektu.....	30
4.2	Uživatelské rozhraní .....	30
4.3	Implementace VR .....	31
4.4	Pohyb ve VR.....	32
4.5	Modely .....	32
4.6	Easy Build System.....	33
4.6.1	Základní konfigurace .....	33
4.6.2	Modely pro stavbu dispozice .....	34
4.6.3	Modely pro interiér .....	36
4.6.4	Ovládání ve VR .....	37
4.7	Popis aplikace pro návrh interiéru .....	38
4.7.1	Stavba dispozice .....	38
4.7.2	Interiér .....	39
4.7.3	Editace a odstranění modelu.....	40
4.7.4	Interaktivní prvky .....	40
<b>5</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>43</b>



# 1 ÚVOD

V dnešním digitálním světě je běžné, že se technologie dostávají do čím dál většího počtu různých odvětví. Díky nim lze práci nejen zjednodušit, ale také povýšit kvalitativně na vyšší úroveň. Jednou z těchto technologií je i virtuální realita.

Ačkoliv je virtuální realita spojená spíše se zábavním průmyslem, je už poměrně běžné, že se využívá i v jiných odvětvích. V podstatě umožňuje provádět úkony, které by jinak nebylo tak snadné realizovat. Příkladem by mohlo být použití ve výuce budoucích lékařů, automechaniků a mnoha dalších profesí. Dalším použitím virtuální reality může být také vizualizace. Nabízí možnost prohlédnout si výsledný produkt, stavbu, nebo cokoli jiného ještě před samotnou realizací. Díky těmto možnostem se přímo nabízí využít virtuální realitu i pro návrh interiéru.

Návrh interiéru je bezesporu komplexní záležitostí, kterou je potřeba si důkladně naplánovat a rozmyslet. Často se stává, že v papírovém katalogu nábytek vypadá jinak než ve skutečnosti. Případně v počítačovém návrhu nevynikne výsledná kompozice. Výsledný interiér tak nemusí naplnit ta správná očekávání. A právě těmto problémům může virtuální realita předejít.

Virtuální realita, ač se o ní mluví především v posledních letech, vznikala už mnohem dříve. K tomu, aby bylo možné se orientovat v historickém vývoji a virtuální realitě obecně, je dobré si na začátku práce virtuální realitu definovat. Po stručné historii bude následně popsáno několik aktuálních zařízení.

Existuje několik možností, jak pro virtuální realitu vyvíjet. Díky popularitě v zábavním průmyslu se nabízí jako nejlepší možnost použití herních engineů. Ty dokážou vývoj značně zjednodušit, protože jsou většinou už připravené pro tento typ použití. Neméně důležitým krokem je výběr toho správného engineu pro potřebné použití. Proto bude část práce věnována také tomuto tématu.

Praktická část práce se bude věnovat tvorbě prostředí ve virtuální realitě vhodné pro návrh interiéru. Bude zde detailně popsáno, jak herní engine nastavit pro možnost použití virtuální reality, tak i samotný vývoj prostředí včetně přípravy modelů, nastavení systému a jeho ovládání ve virtuální realitě. Následně bude popsána vytvořená aplikace s jejími funkcemi. Na závěr budou shrnuty dosažené výsledky.





## 2 VIRTUÁLNÍ REALITA

Pojem virtuální realita (zkráceně VR) v posledních letech mnohem více vstupuje do podvědomí širší veřejnosti. Důvodem je rozšíření tohoto pojmu zejména v oblasti počítačových her nebo vizualizaci interaktivních modelů. Často nemusí být zcela jasné, co vše si pod tímto pojmem představit, proto v této kapitole bude tento pojem definován. Zbytek kapitoly se bude věnovat historií vývoje a dnes dostupným zařízením.

### 2.1 Definice pojmu virtuální realita

Dle [1] lze definovat VR jako médium složené z interaktivní počítačové simulace, která snímá pozici a chování účastníka a nahrazuje nebo rozšiřuje zpětnou vazbu této simulace k jednomu nebo více smyslům. To dává pocit mentálního ponoření nebo až přítomnosti v simulaci (virtuálním světě). Tato virtuální realita se pak skládá ze 4 základních prvků: virtuální prostředí, telepresence, zpětná vazba a interaktivita.

- Virtuální prostředí – je generováno počítačem a sestává se ze systému, který zobrazuje objekty a umožňuje s nimi interagovat, čímž vytváří telepresenci. [2]
- Telepresence – termín, který zavedl Marvin Minsky roku 1980. Popisuje jev, při kterém člověk má pocit fyzické přítomnosti na vzdáleném místě prostřednictvím interakcí a následné zpětné vazby pomocí teleoperační technologie. [3]
- Zpětná vazba – je klíčovou součástí virtuální reality. Systém virtuální reality poskytuje uživateli přímou zpětnou vazbu na základě jeho umístění v prostoru, jeho chování, chování ostatních objektů ve virtuálním prostředí atd. Obecně je pak většina zpětné vazby poskytována v podobě vizuálních informací. [2]
- Interaktivita – pro věrohodný pocit, je interaktivita důležitým prvkem. Je důležité zmínit, že interaktivita se používá i mimo virtuální realitu v počítačových hrách. Hráč interaguje s objekty, postavami a místy v imaginárním světě. [1]

### 2.2 Historie a vývoj

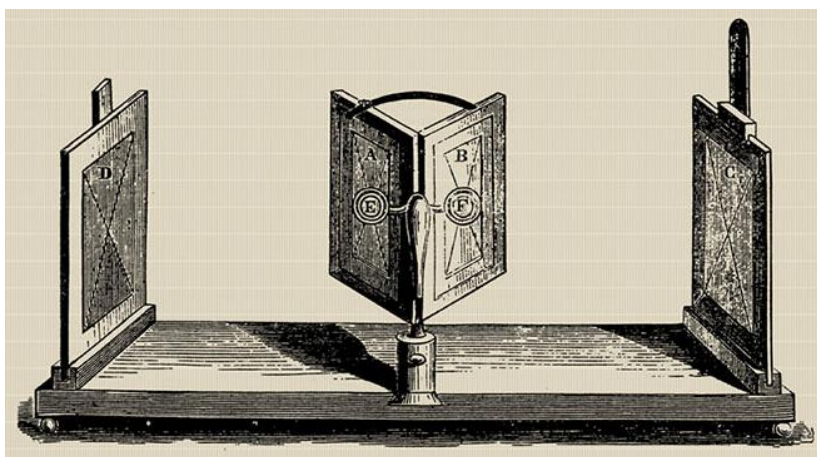
Dnes je počítačová grafika používána v mnoha směrech ať už v zábavním průmyslu nebo v dalších odvětvích kde mohou usnadňovat práci např. při tréninku nových zaměstnanců. Tento pokrok byl umožněn především rapidním vývojem v oblasti mikroprocesorové technologie. Uživatelům je tak přípustný vysoký výkon za přijatelnou cenu.

Dalším důležitým krokem ve vývoji je neustálé zmenšování výpočetních zařízení. Dnes jsou chytré mobily často výkonnější než superpočítače před několika

lety. Například známý superpočítač Deep Blue od IBM, který roku 1997 porazil v šachu tehdejšího mistra světa Garri Kasparova měl výkon 11.38 GFLOPS<sup>1</sup>. Oproti tomu dnešní chytré telefony mají výkon v řádu stovek až tisíc GFLOPS [4]. Právě díky kombinaci výše uvedených pokroků ve vývoji bylo výrobcům umožněno přijít se zařízeními pro virtuální realitu, které jsou kompaktní, výkonné a relativně cenově dostupné.

První zmínky o virtuální realitě pochází z roku 1935 z knihy *Pygmalion's Spectacles* jejímž autorem byl Stanley G. Weinbaum. Hlavní postava knihy nosila brýle, které ji přenášejí do fiktivního světa, jenž obsahuje holografické nahrávky. Avšak první vynález, který umožnil vznik virtuální reality vznikl už v roce 1838. [5]

Sir Charles Wheatstone jako první popsal stereoskop, tedy přístroj pro zobrazování stereofotografií. Princip je založen na tom, že mozek kombinuje dvě fotografie stejného objektu pořízené z různých bodů a vytváří tak pocit hloubky. Stereoskop vynalezený Wheatstonem využíval dvojici zrcadel, které byly natočeny vzhledem k očím o 45° a ukazovaly obraz umístěný na straně (obr. 1). [5]



Obr. 1: Wheatstonův stereoskop [5]

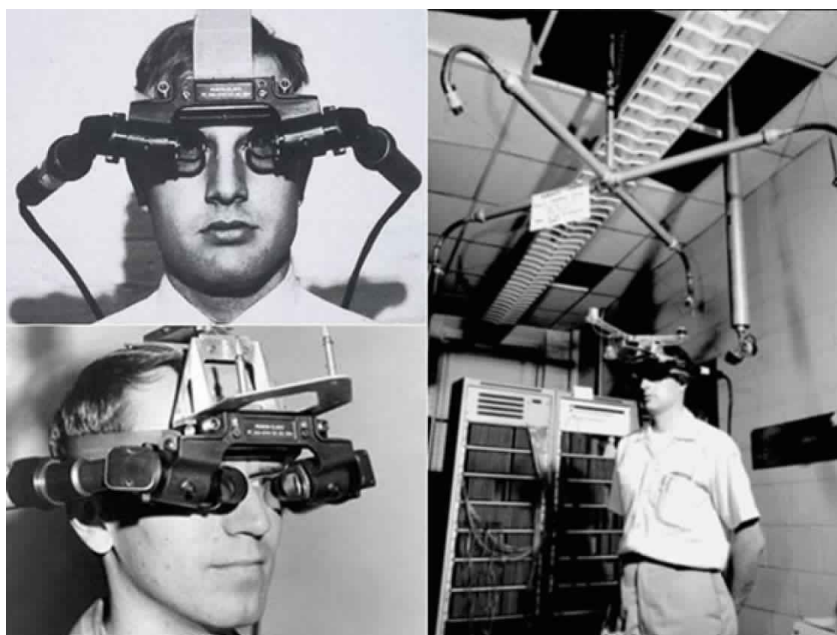
Prvním strojem, využívajícím virtuální realitu byl prototyp s názvem *Sensorama* (obr. 2). Vynalezl ho kameraman Morton Heilig roku 1957 (patentován 1962). Jednalo se o zařízení se stereoskopickým barevným displejem, ventilátorem, stereo zvukovým systémem, pohyblivou židlí a uvolňovačem vůně. Heilig toto zařízení chtěl používat jako „kino budoucnosti“ a bylo pro něj vytvořeno 6 krátkých filmů. [5]

<sup>1</sup> „zkratka pro počet operací v pohyblivé řádové čárce za sekundu“ [44]



Obr. 2: Sensorama [6]

Průkopovým zařízením pro podobu většiny nynějších zařízení byl náhlavní displej tzv. HMD (*Head Mounted Display*) zkonstruovaný na Harvardské univerzitě Ivanem Sutherlandem a jeho studentem Bobem Sproullem roku 1968. Dostal název Damoklův meč (obr. 3) a jednalo se o HMD připojení k počítači, které dokázalo zobrazovat pouze jednoduché tvary a měnit perspektivu vzhledem k poloze a natočení hlavy. Toto snímání bylo pouze mechanické, a to pomocí ramena, na kterém byl HMD zavěšen. Dalším důvodem zavěšení byla velká hmotnost tohoto zařízení. [5]



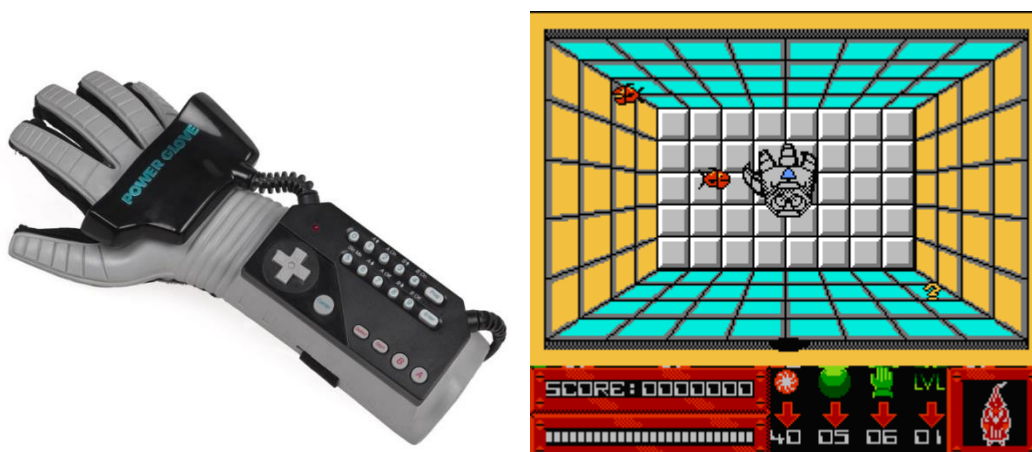
Obr. 3: Damoklův meč [7]

Od roku 1970 se vyvíjela zařízení pro virtuální realitu především pro letectví, armádu, lékařství nebo automobilový průmysl. V roce 1979 přišel značný posun se zařízením s názvem LEEP (*Large Expanse, Extra Perspective optical system*). Uživatelé byli velmi překvapeni pocitem hloubky a věrností obrazu. Systém LEEP (obr. 4) byl také přepracován pro NASA a stal se základem pro většinu HMD té doby. [8]



Obr. 4: LEEP [7]

Do herního průmyslu se začala virtuální realita promítat v 80. letech, kdy bývalý zaměstnanec firmy Atari, Jaron Lanier Založil společnost VPL Research, která vytvořila mnoho VR zařízení. Kromě HMD s názvem EyePhone a zařízení AudioSphere pro 3D zvuk, je nutné zmínit rukavici *Data Glove* pro ovládání VR prostředí. Tato rukavice pak byla licencována společností Mattel k vytvoření ovladače pro konzoli NES (*Nintendo Entertainment System*) s názvem Power Glove (obr. 5). S její přijatelnou cenou, která činila 75 USD, byla snadno dostupná široké veřejnosti. Rukavice byla použita například pro hru Super Glove Ball (obr. 6), jejímž cílem bylo rozbít dlaždice v herní místnosti pomocí míčku a rukavice, od které se míček odrážel. [9] [10]

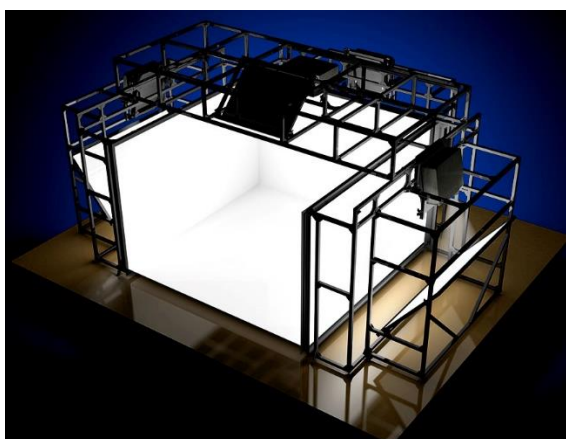


Obr. 5: Rukavice Power Glove (vlevo) [11], Obr. 6: hra Super Glove Ball (vpravo) [12]

V oblasti softwaru byl důležitým milníkem rok 1988, kdy došlo k implementaci VR na osobní počítač firmou Autodesk. Vedoucí projektu Eric Gullichsen v roce 1990

odešel a založil novou společnost Sense8, kde vyvinuli první SDK<sup>2</sup> pro virtuální realitu s názvem WorldToolKit. Toto prostředí bylo navrženo pro vykreslování grafiky a mapování textur v reálném čase na osobním počítači a bylo používáno v mnoha odvětvích. [7]

Roku 1992 přišla skupina vědců z Illinoiské univerzity se zařízením pod názvem CAVE (*Cave Automatic Virtual Environment*) (obr. 6). Jde o místnost ve tvaru krychle, kde stěny jsou projekčními plátny. Uživatel na sobě má většinou brýle fungující na principu stereoskopie. Senzory pak sledují jeho pohyb a upravují tak promítaný obraz, aby odpovídal perspektivě. Samotná CAVE bývá obvykle v místnosti, kde je absolutní tma. CAVE se v poměrně velké míře používá i v současnosti. [13]



Obr. 6: Konstrukce CAVE [14]

Od roku 2000 se VR neustále vyvíjí a zažívá patrně největší inovaci od jejího počátku. Nejvíce v této době přispěl technologii Palmer Luckey, který v té době byl frustrován nedostatky existujících řešení, zejména pomalá odezva, nízký kontrast, malý pozorovací úhel a v neposlední řadě vysokými náklady, velikostí a hmotností. Proto začal experimentovat s vlastním řešením a roku 2009 ve svých 17 letech přišel s vlastním prototypem s názvem PR1. S 6. generací jeho jednotky s názvem Rift úspěšně prorazil na platformě Kickstarter<sup>3</sup>, kde získal na další vývoj 2,4 milionu USD což představovalo 974 % původního cíle. Založil zároveň firmu Oculus VR, která přišla s prvním komerčně prodáváním VR headsetem Oculus Rift CV1. [15]

Další vývoj VR zařízení neustále probíhá. V současné době je kladen nejvíce důraz na bezdrátové použití, kdy není třeba mít připojený VR headset k počítači. To řeší výrobci několika různými způsoby. Ať už integrace celého výpočetního výkonu do HMD nebo v podobě přenosného počítače, který uživatel nese na zádech. V následující kapitole bude uvedeno několik příkladů VR zařízení, které jsou v současnosti na trhu dostupné.

<sup>2</sup> Software development kit – sada vývojových nástrojů usnadňujících vývoj aplikací pro konkrétní zařízení nebo operační systém

<sup>3</sup> Internetová platforma, kde lidé pomocí finančních příspěvků podporují kreativní projekty z různých oblastí.



## 2.3 Současná zařízení

Na trhu je v současnosti mnoho různých zařízení pro zpracování virtuální reality. Ať už se jedná o levné brýle určené pro vsunutí mobilního telefonu jako obrazovky v řádu několik stovek korun, nebo pokročilejší zařízení zahrnující ovladače nebo snímače pohybu. V této kapitole bude představeno několik nejznámějších zařízení pro virtuální realitu a stručný popis jejich funkcí a parametrů, zejména rozlišení displeje a jeho obnovovací frekvenci, které jsou nejdůležitější z hlediska věrného zobrazení.

### 2.3.1 PlayStation VR

Nejdostupnějším zařízením z hlediska ceny je PlayStation VR (obr. 7) od společnosti Sony Interactive Entertainment. Jedná se o VR headset pro herní konzoli PlayStation 4, který je kompatibilní pomocí adaptéru i pro PlayStation 5. Monitorování polohy headsetu je realizováno pomocí 9 LED světél umístěných na headsetu a kamery PlayStation Camera. Ovládání je zajištěno buď pomocí standartního ovladače, nebo pomocí pohybových ovladačů PlayStation Move nebo PlayStation Aim Controller. U pohybových ovladačů je poloha sledována rovněž pomocí kamery. [16]

Použitý OLED displej v headsetu má rozlišení 1920x1080 pixelů a obnovovací frekvenci 90 až 120 Hz v závislosti na aktuální aplikaci. Pro připojení sluchátek je k dispozici 3.5 mm konektor. [16]



Obr. 7: Konzole PS4 se zařízeními pro VR [16]

### 2.3.2 Oculus Rift S

Oculus Rift S (obr. 8) byl vytvořen společnostmi Oculus a Lenovo Technologies pod značkou Facebook Technologies. Jde o nástupce staršího Oculus Rift CV1, který přinesl řadu vylepšení. Headset vyžaduje pro fungování připojení k počítači, který celý obraz zpracovává. K ovládání slouží Oculus Touch ovladače. Ke sledování polohy headsetu a polohy ovladačů slouží systém Oculus Insight. Tento systém využívá pět kamer umístěných v headsetu, které sledují okolní prostor a infračervené diody umístěné v ovladačích. Součástí tohoto systému je funkce Passthrough, která umožňuje v reálném čase vidět skutečný prostor kolem sebe. V případě překročení hranice definované v dané aplikaci. Čímž je uživatel chráněn před možným nebezpečím při pohybu v reálném prostoru. [17]

Oculus Rift S využívá pro každé oko LCD displej s rozlišením 2560x1440 pixelů a 80 Hz obnovovací frekvence. To je oproti starší generaci Rift CV1 s frekvencí 90 Hz krok zpět. Rift S má vlastní zabudované reproduktory, umístěné těsně nad ušima uživatele. Nabízí také 3.5 mm konektor pro připojení sluchátek. [17]



Obr. 8: Oculus Rift S [18]

### 2.3.3 Oculus Quest 2

Quest 2 (obr. 9) je dalším zařízením od společnosti Oculus. Zároveň je nástupcem staršího Oculus Quest. Oproti Rift S jde o tzv. stand-alone headset, tedy headset, který funguje samostatně bez připojení k počítači. Využívá vlastní výpočetní jednotku umístěnou v headsetu, která zvládne méně náročné hry a aplikace. Pro náročnější použití je možné připojit headset k počítači pomocí kabelu Oculus Link, což je USB-C kabel standardu 3.2 1. generace. Ovladače jsou oproti Rift S jen mírně vylepšené z hlediska ergonomie. Systém sledování je totožný s Rift S. Rovněž nabízí funkci Passthrough. [19]

Pro stand-alone režim je zabudován v headsetu procesor Qualcomm Snapdragon XR2 spolu s 6 GB RAM pamětí. Displej typu LCD používá pro každé oko rozlišení 1832x1920 pixelů s frekvencí 90 Hz. Stejně jako u Rift S jsou integrovány reproduktory, případně je možnost připojit sluchátka pomocí 3.5 mm konektoru. Ve stand-alone režimu je výdrž na baterii 2-3 hodiny. Quest 2 se vyrábí ve 2 variantách s 64 GB nebo 256 GB úložištěm. [19]



Obr. 9: Oculus Quest 2 [20]

### 2.3.4 HTC Vive Pro

HTC Vive Pro (obr. 10) je VR headset vyrobený společnostmi HTC a Valve, který vychází ze staršího HTC Vive. Stejně jako Oculus Rift S vyžaduje připojení k počítači, které lze realizovat pomocí USB 3.0 a DisplayPort kabelu. Alternativně lze připojit headset bezdrátově pomocí HTC Wireless adaptéru. K ovládání jsou použity ovladače Vive Controllers, které na sobě mají 24 infračervených senzorů pro detekci polohy. Stejně senzory jsou i na headsetu. K detekci aktuální polohy jsou použity snímače Vive Base Stations, také známe pod názvem Lighthouses. Tyto snímače vysílají infračervené impulzy rychlostí 60 pulsů za vteřinu. Dalším volitelným příslušenstvím je senzor Vive Tracker, který lze připevnit na libovolný předmět nebo končetiny a přenést její pozici do virtuální reality. V případě hrozícího nebezpečí srážky s překážkou, zobrazí se uživateli pohled z kamery headsetu obdobně jako u Oculusu. [21]

HTC Vive Pro využívá AMOLED displej s rozlišením 1440x1600 pro každé oko s frekvencí 90 Hz. Pro zvuk využívá sluchátka součástí headsetu. V bezdrátovém režimu je schopen vydržet na baterii cca 2.5 hodiny. [21]



Obr. 10: HTC Vive Pro [22]

### 2.3.5 Valve Index

Valve Index (obr. 11) je VR headset vyrobený samostatně společností Valve. Zároveň však využívá technologie použité pro HTC Vive. S tím souvisí například použití stejných snímačů pro sledování headsetu a ovladačů. K ovládání lze použít ovladače Valve Index Controllers nebo lze využít kompatibilní ovladače Vive Controllers k HTC Vive nebo Vive Pro. Oproti HTC Vive zatím neexistuje možnost propojení s PC bezdrátově, je tedy nutné propojení pomocí USB 3.0 a DisplayPort kabelu. [23]

K zobrazení používá LCD displej s rozlišením 1440x1600 pixelů s obnovovací frekvencí až 144 Hz. Zvuk je přehráván skrze integrované reproduktory, které se nedotýkají uší, ale jsou od nich v určité vzdálenosti. To napomáhá pohodlnému nošení. Dostupný je taky 3.5 mm konektor pro zapojení sluchátek. [23]





Obr. 11: Valve Index [24]

## 3 HERNÍ ENGINY

Při vývoji her jsou vývojáři na začátku postaveni před otázkou, zda svoji hru tvořit tzv. od základu, nebo použít již hotový nástroj, který jim vývoj usnadní. V dnešní době převažuje druhá varianta a tím nástrojem jsou právě herní enginy. Ty jsou velmi nápomocné, protože věci jako vykreslování textur, fyzika, zvuk nebo síťová komunikace jsou ve svém principu pořád stejné a vývojáři se mohou soustředit na svůj vlastní obsah. Není ani výjimkou, že některé společnosti si vyvíjí pro svoje hry vlastní engine, který je navržen přímo pro jejich potřeby. V této kapitole tedy bude popsáno, co si pod herním enginem představit, stručná historie jejich vývoje a představení nejpoužívanějších enginů v dnešní době.

### 3.1 Pojem herní engine

Herní engine je software, který slouží k vývoji her a nabízí jednotlivé komponenty zajišťující základní nebo i pokročilejší funkcionalitu. Lze říct, že tyto komponenty jsou znovupoužitelné i na jiné projekty. Díky tomu lze urychlit vývoj a minimalizovat náklady na vývoj. Bohužel neexistuje úplně univerzální engine. S pokročilejšími funkcemi je sice vývoj rychlejší, zároveň však ztrácí na své univerzálnosti. Univerzálnosti lze tedy dosáhnout jen na nízké úrovni. Takový engine ovšem příliš vývoj neurychluje. Proto většina enginů je přizpůsobena tvorbě určitého druhu nebo typu her. [25]

### 3.2 Historický vývoj

Před nástupem herních enginů museli být hry programovány od základu pro určitý hardware. To znamenalo, že při změně hardwaru musela být hra vytvořena zcela od začátku. Tento nedostatek začali pocítovat v éře popularity arkádových automatů. Proto se snažily vytvořit univerzální program s malým počtem pravidel a grafických dat, který by sloužil jako základ pro další hry. Stalo se tak běžné, že videoherní společnosti vyvíjely vlastní herní engine pro své automaty. Nebyli tedy multiplatformní. [26]

Jako počátek herních enginů tak jak se používají dnes lze označit vydání hry DOOM od společnosti id Software v roce 1993. Tato hra byla unikátní právě díky oddělení základních funkcí jako je například systém trojrozměrného vykreslování grafiky nebo detekci kolizí od tvůrčích prostředků jako jsou úrovně, postavy, herní pravidla apod. Pozdější hry jako například Quake III nebo Unreal už nadále využívají tento princip a engine a obsah jsou vyvíjeny odděleně. Jelikož je vývoj těchto enginů náročný, společnosti začali komerčně využívat tyto enginy jejich licencováním pro ostatní vývojáře. [26] [27]

S vývojem herních enginů se stali také uživatelsky přívětivějšími a rozšířily se i mimo herní průmysl například pro vizualizace nebo lékařské a vojenské simulační aplikace. Nespornou výhodou dnešních enginů je také možnost vývoje na několik

platformou zároveň a vývojáři tak mohou například vytvářet stejnou hru jak na PC, tak na herní konzole relativně bez větších úprav. [26]

### 3.3 Základní komponenty

Jak již bylo zmíněno, herní engine obsahuje řadu komponent, které lze využít pro rychlý a snadný vývoj. Tyto komponenty se mohou lišit v závislosti na cílové aplikaci. Přesto existuje několik základních komponent, které se používají téměř vždy. Dle [28] jsou to tyto:

- Vstup – základem všech her je získání vstupu uživatele například z klávesnice, myši nebo ovladače. Jedním ze způsobů zpracování vstupu je tzv. dotazování, kdy se kód dotazuje, zda byla stisknuta určitá klávesa a následně se vykoná příslušná akce.
- Grafika – pro zobrazení obsahu je důležitou komponentou vykreslování grafiky. Jako zdroj se používají modely vytvořené v modelovacích programech jako je například Blender, které se následně do engine importují. Následně je možné u těchto objektů zobrazovat textury, stíny, světelné efekty nebo animace.
- Fyzika – součástí herních engineů je také komponenta, která se stará o poměrně přesné fyzikální simulace. Toho se využívá pro simulaci pohybu těles, dynamiku kapalin, detekci kolizí a mnoho dalších.
- Umělá inteligence – dnes hraje důležitou roli ve hrách umělá inteligence. Pomocí specializovaného softwaru v herních enginech, lze implementovat pomocí hotových skriptů umělou inteligenci, která reaguje na chování hráče a podle toho provádí příslušné akce.
- Zvuk – zvuk je úzce spojen s vykreslováním grafiky. Umožňuje generování prostorového zvuku například při chůzi, střelbě aj.
- Síťové rozhraní – umožňuje hraní ve více hráčích přes internet. Poskytuje kompletní podporu a skripty pro komunikaci skrze TCP/UDP protokol.

### 3.4 Současné herní enginey

V současnosti jsou herní enginey značně pokročilé a nabízí spoustu nových možností. Na trhu existuje několik možných variant, ze kterých lze vybírat. Je nutné výběru engineu věnovat dostatečnou pozornost vzhledem k předpokládanému využití, protože ne každý engine je vhodný na vše. V následující části budou představeny neznámější používané herní enginey.

#### 3.4.1 Unreal Engine 4

Jeden z nejznámějších a nejpokročilejších engineů vydaný roku 2014 firmou Epic Games. Lze ho použít k tvorbě her jakéhokoliv žánru, včetně VR. Dalším použitím je například

pro vizualizace ve filmovém nebo televizním průmyslu, architekturu aj. Jádrem Unreal Engine je napsáno v C++ a podporuje mnoho různých platform jako Windows, Linux, Mac OS, VR, herní konzole Xbox a PlayStation, a mobilní zařízení. [29]

Verze 4 přišla s řadou vylepšení, jedním z nich je systém pro vizuální programování tzv. Blueprinty, které umožňují rychlý vývoj i bez velkých znalostí programování. Jedná se o systém, kdy pomocí grafického spojování uzlů lze spojovat funkce a vytvářet tak logiku hry. Tím se zároveň ztenčuje hranice mezi programátory a designéry. Jednou z posledních novinek je cloudová aplikace MetaHuman Creator, která umožňuje vytvářet 3D modely postav mnohem rychleji a následně je animovat pomocí kamery podporující rozšířenou realitu ARKit od společnosti Apple (obr. 12). Součástí Unreal Engine je obchod Marketplace s předpřipravenými moduly pro různé funkcionality nebo modely objektů od ostatních uživatelů. [29] [30]

Unreal Engine 4 je dostupný zdarma v případě, že příjem z vytvořené hry nepřesahuje 1 milion dolarů. V opačné případě si společnost účtuje 5 % z příjmu. [31]



Obr. 12: Animace obličeje pomocí MetaHuman [32]

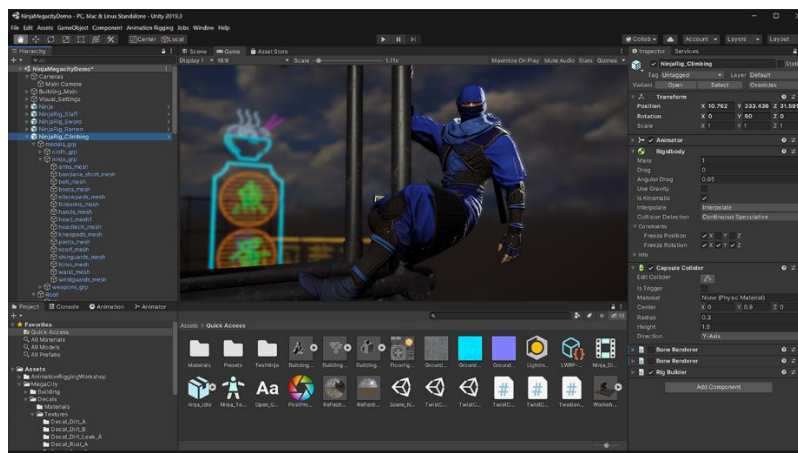
### 3.4.2 Unity

Unity je herní engine od společnosti Unity Technologies, který je oblíbený zejména u nezávislých vývojářů pro svoji jednoduchost a přívětivé rozhraní. (obr. 13) Zároveň je díky tomu snadno přístupný pro nováčky. Lze v něm vyvíjet 2D i 3D projekty nebo interaktivní simulace. Rovněž ho lze použít pro vizualizace v architektuře, automobilovém průmyslu, filmovém průmyslu aj. [33]

Velkou výhodou Unity je jeho podpora pro široké množství platform zahrnující mobilní zařízení, PC, konzole, virtuální realitu nebo webový prohlížeč. Programování v Unity je možné pomocí jazyka C#, nebo pomocí vizuálního programování Visual scripting. Unity stejně jako Unreal Engine má svůj obchod s doplňky a modely Asset Store. [34]

V současnosti nabízí Unity bezplatnou i placenou licenci. Bezplatná odlehčená licence je určená pro osobní použití, nebo pro menší společnosti, kde příjem ze hry je

menší než 100 000 dolarů. Placené licence jsou pak vylepšené o některé dodatečné funkce nebo podporu. [35]



Obr. 13: Ukázka prostředí v Unity [36]

### 3.4.3 CryEngine

Herní engine od německé společnosti Crytek. Z technického hlediska je na stejné úrovni jako Unreal Engine 4, zejména z hlediska grafického výstupu (obr. 14). Na rozdíl od zatím zmíněných engineů se CryEngine úzce specializuje na hry z pohledu první osoby a pro ostatní není příliš vhodný. [37]

Pro programování využívá jazyky Lua, C++ nebo C#. Rovněž nabízí i možnost vizuálního programování s názvem Flow Graph. K tvorbě úrovní využívá režim tzv. Sandbox, který funguje jako WYSIWYG (What You See Is What You Get) editor. V tomto editoru lze v reálném čase vytvářet a upravovat nejen herní modely, ale rovněž i fyziku, animace, osvětlení aj. Největší nevýhodou CryEnginu je úzká paleta podporovaných platform. Jedná se o PC, herní konzole PlayStation 4, Xbox One a VR. Podpora mobilních zařízení zatím chybí, ale je aktuálně ve vývoji. [27]

CryEngine je dostupný zdarma. Při příjmu větším než 5 000 dolarů je účtován poplatek 5 %. [38]



Obr. 14: Prostředí vytvořené pomocí CryEnginu [39]

## 4 PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část bude zaměřena na vytvoření aplikace pro návrh interiéru ve virtuální realitě. K tvorbě byl zvolen herní engine Unity z důvodu své jednoduchosti pro začínající vývojáře a snadné implementace VR. Součástí aplikace bude nejen umísťování nábytku a různých interiérových doplňků do již existující dispozice, ale rovněž možnost si samotnou dispozici navrhnout. Jelikož systém pro takové použití je velice komplexní a jeho vytvoření časově náročné, bylo využito již existujícího řešení v podobě doplňku z obchodu Unity Asset Store s názvem Easy Build System. [40] Pro testování bylo využito zařízení HTC Vive Pro dostupné na Ústavu automatizace a informatiky VUT v Brně.

### 4.1 Vytvoření projektu

Před vstupem do prostředí Unity engine je nutné si nainstalovat požadovanou verzi engine a vytvořit projekt. K tomu slouží nástroj Unity Hub (aktuálně ve verzi 2.4.3).

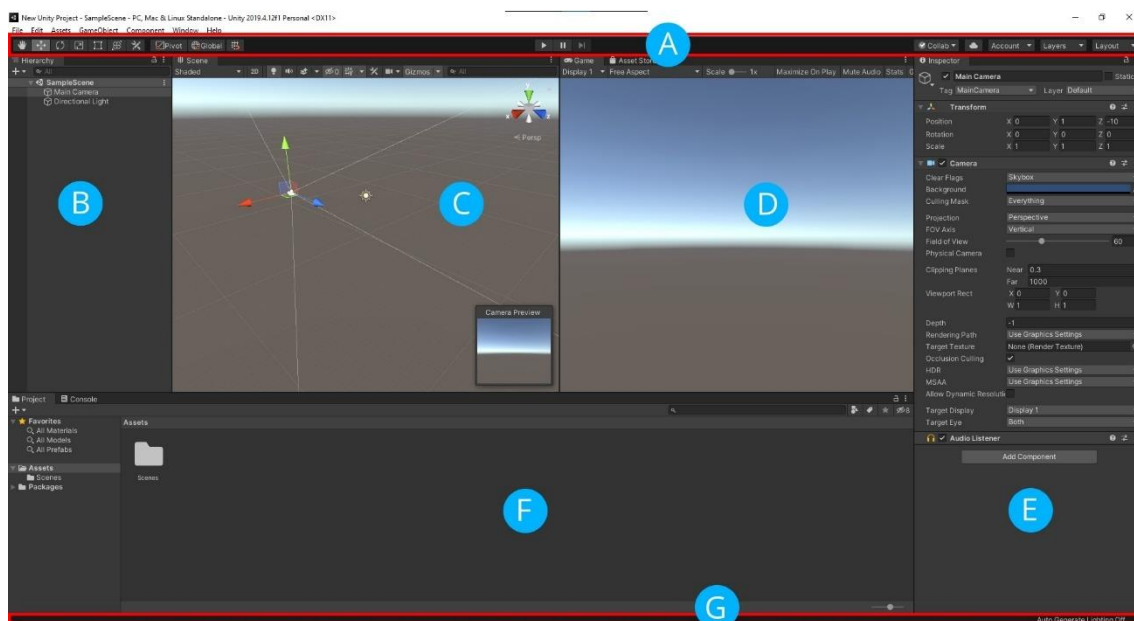
Instalace engine se provádí v záložce *Installs* pod tlačítkem *Add*. Následuje výběr požadované verze a výběr volitelných modulů, které slouží pro možnost vývoje na jiné platformy. Pro tuto aplikaci byla zvolena v době začátku tvorby práce aktuální verze 2019.4.12f1.

K vytvoření projektu poté slouží záložka *Projects*, kde se pomocí tlačítka *New* otevře dialogové okno s nabídkou přednastavených šablon. Pro tuto práci byla zvolena šablona pro projekt ve 3D. Dále je zde volba názvu projektu a jeho umístění pro ukládání.

### 4.2 Uživatelské rozhraní

Po otevření nového projektu se otevře rozhraní Unity engine. Ve výchozím nastavení vypadá uživatelské rozhraní jako na obr. 15, lze je však libovolně měnit či uspořádávat jednoduchým přetažením záložky okna na jiné místo, nebo je možné ji otevřít jako samostatné okno.





Obr. 15: Uživatelské rozhraní Unity

Popis oken uživatelského rozhraní:

- (A) Panel nástrojů (*Toolbar*) – vlevo tohoto panelu se nachází nástroje pro manipulaci s objektem, uprostřed pak ovládací prvky pro spuštění, pozastavení a krokování simulace. Na pravém okraji se nachází přístup ke službám Unity, přepínání viditelnosti vrstev a menu pro výběr uživatelského rozhraní.
- (B) Hierarchie (*Hierarchy*) – okno zobrazující seznam všech objektů v dané scéně. Také zobrazuje, jak jsou jednotlivé objekty na sebe vázány.
- (C) Scéna (*Scene*) – zobrazuje vizuální uspořádání objektů ve scéně a umožňuje s nimi manipulovat.
- (D) Hra (*Game*) – simuluje zobrazení finální hry prostřednictvím kamery ve scéně.
- (E) Inspektor (*Inspector*) – zobrazuje vlastnosti aktuálně zvoleného objektu a umožňuje je upravovat nebo přidávat nové
- (F) Projekt (*Project*) – zde se zobrazuje knihovna všech importovaných souborů jako jsou například modely, textury, skripty atd.
- (G) Stavový řádek (*Status bar*) – poskytuje oznámení o různých procesech.

### 4.3 Implementace VR

K tomu, aby bylo možné využívat VR headset v Unity je nutné provést několik kroků. Prvním krokem je stažení assetu *SteamVR plugin* z Unity Asset Store. Ten obsahuje

mnoho předpřipravených objektů a skriptů, tzv. prefabrikáty (*prefabs*), které stačí pouze vložit do scény.

Pro zajištění správné funkce VR headsetu je tedy potřebné do dané scény přetáhnout prefabrikát hráče (*Player*), který již obsahuje vše potřebné k obsluze ovladačů a zobrazení přes VR headset.

#### 4.4 Pohyb ve VR

Jelikož je potřeba, aby se uživatel mohl v prostředí volně pohybovat, je třeba vyřešit funkci pohybu. HTC Vive Pro, které snímá polohu uživatele v prostoru, sice umožňuje promítnout reálný pohyb uživatele do aplikace, avšak limitací je velikost místnosti, ve které se uživatel nachází. Pro efektivnější pohyb je tedy nutné použít jiného řešení.

Jedním z možných řešení je ovládat pohyb uživatele v prostředí pomocí tlačítek, respektive v případě HTC Vive Pro touchpadu. Tato možnost se ovšem hodí spíše pro ovladače s joystickem místo touchpadu. Touchpad může být na toto použití příliš citlivý.

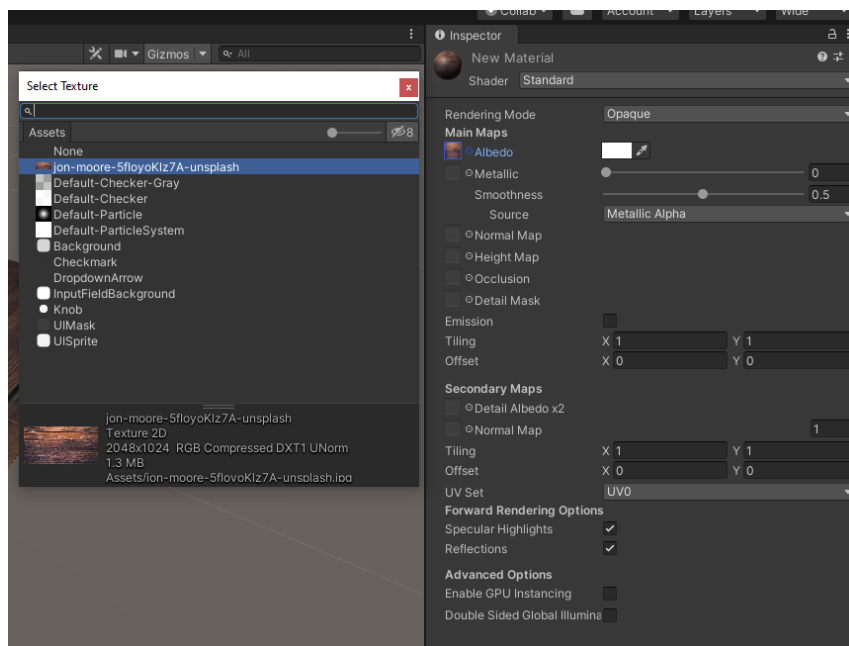
Druhým řešením je použití prefabrikátu pro SteamVR *Teleporting*. Díky němu se pak může hráč libovolně teleportovat po scéně stisknutím tlačítka touchpadu a zaměřením na požadované místo. Je ovšem potřeba definovat, na která místa je možné se teleportovat. Buď pomocí jednotlivých bodů, nebo pomocí povrchu. Praktičtější je v tom případě použití povrchu. To lze provést přidáním komponenty *Teleport Area* k modelu podlahy ke stavbě a k modelu podlahy v samotném prostředí. Tím se docílí, že se uživatel bude moci pohybovat zcela libovolně.

#### 4.5 Modely

Jednoduché modely jako jsou zdi, podlaha apod. byly modelovány v prostředí Unity. Unity nabízí možnost tvořit jednoduché objekty ze základních tvarů. Kliknutím na tlačítko + v panelu hierarchie dojde k vyvolání nabídky pro přidání objektu. Pro tvorbu většiny základních modelů vystačí použití objektu Kostka (*Cube*). V panelu Inspektor lze poté měnit rozměry kostky změnou hodnot Měřítko (*Scale*) v požadovaných osách. Pomocí hodnot Rotace (*Rotation*) lze pak objektem otáčet okolo náležité osy nebo pomocí hodnot Pozice (*Position*) měnit umístění objektu v prostoru.

Důležitým prvkem, který lze přidat k objektu je materiál. Materiál určuje výsledný vzhled objektu. U materiálu lze měnit nejen jeho barvu, ale lze například přidávat texturu, odlesky a jiné vlastnosti. Pro vytvoření modelu podlahy byla použita textura, která se přidává pomocí parametru *Albedo* a následném výběru souboru textury. (obr. 16)





Obr. 16: Přidání textury k materiálu

Jednou z důležitých limitací tvorby modelu v Unity je nemožnost odebírat materiál, proto například otvor pro dveře nebo okno je nutné rozdělit na několik samostatných objektů a vhodně je sestavit. U těchto modelů je vhodnější zvolit jiný software, který nabízí pokročilejší možnosti modelování. Proto bylo využito na modely zdí, kde jsou otvory pro okna a dveře, modelovacího softwaru Blender. K importování souboru do Unity je vhodné použít formát *.fbx* nebo *.obj*.

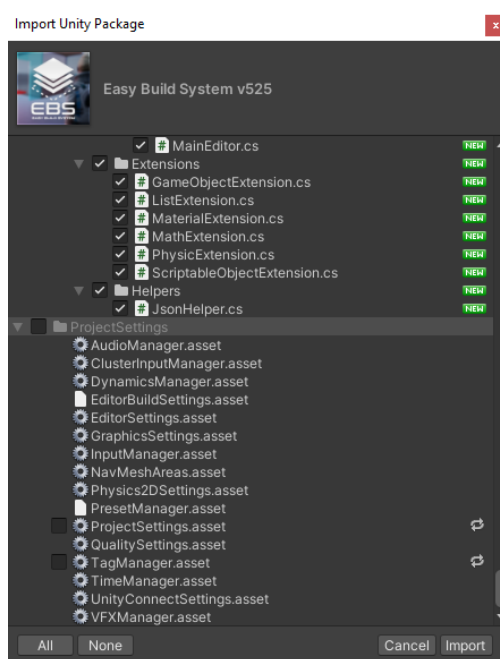
Vzhledem k časové náročnosti tvorby složitějších modelů a nutné pokročilé znalosti programu Blender bylo pro složitější modely nábytku použito volně dostupných assetů z Unity Asset Store. [41] [42]

## 4.6 Easy Build System

Jak bylo řečeno na začátku kapitoly, ke stavbě dispozice a umísťování interiérových objektů byl použit asset Easy Build System (dále EBS). Výhodou tohoto systému je možnost ho používat bez znalosti programování. Veškerá konfigurace probíhá v rozhraní Unity. Není však problém v případě náročnějších požadavků kód upravit ke svým potřebám. Nevýhodou je zatím neúplná dokumentace, [43] která je stále ve vývoji.

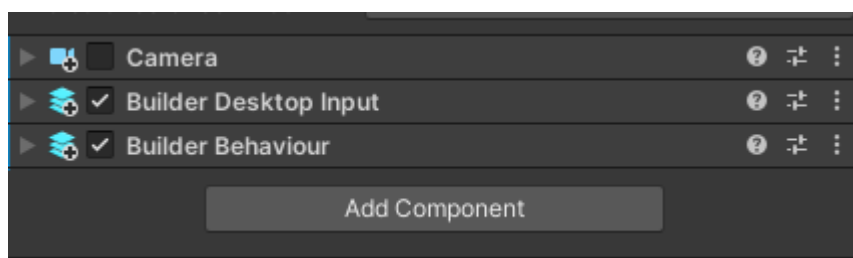
### 4.6.1 Základní konfigurace

Prvním krokem je importování z Unity Asset Store. Při importu do projektu je důležité odškrtnout složku *ProjectSettings* (obr. 17) aby se zamezilo přepsání stávajícího nastavení projektu. Poté je možné se systémem již pracovat. Pro snadnější pochopení jsou ve složce *Example Scenes* připravené scény, které ukazují, jakým způsobem systém použít.



Obr. 17: Nastavení importu

Pro tvorbu aplikace byla použita právě jedna z připravených scén konkrétně pro první osobu. V této scéně se již nachází veškeré potřebné prvky systému, které ovšem bude třeba upravit. Vzhledem k tomu, že EBS není připravený na použití pro virtuální realitu, nachází se ve scéně objekt *First Person Controller*, který zajišťuje ovládání pomocí klávesnice a myši. Proto tuto položku nahradíme prefabrikátem *Player* z assetu SteamVR. Dále je potřeba k jednomu z ovladačů přiřadit skript *Builder Behaviour*, s kterým se automaticky vloží i další skript s názvem *Builder Desktop Input* a kamera. Tuto kameru využívá EBS ke zjištění polohy, kam objekt umístit. K umístění na ovladač dojde k tomu, že se objekt vloží směrem, kam míří ovladač. Jelikož je tato kamera použita pouze na určení polohy a nemá sloužit k zobrazení, je možné ji deaktivovat. (obr. 18)

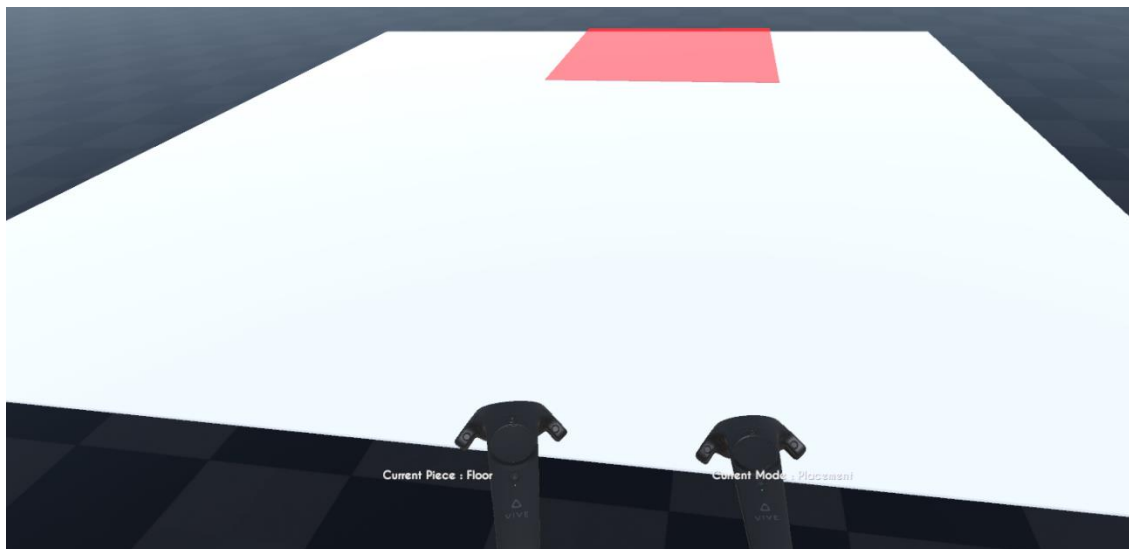


Obr. 18: Vložené skripty

#### 4.6.2 Modely pro stavbu dispozice

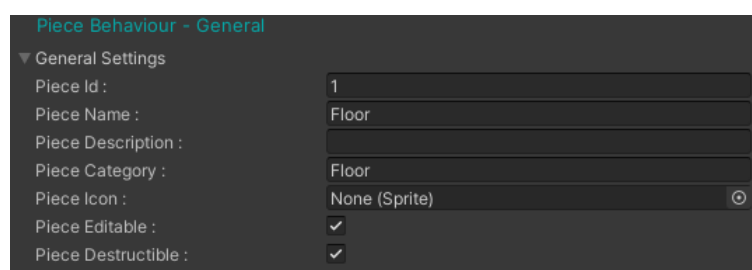
Stavební systém EBS funguje na principu přichytných bodů (*Socketů*). Pro přidání modelu je tedy nutné nastavit, jak se má daný objekt chovat a přidat Sockety, ke kterým se budou přichytávat další objekty. Tento princip bude využit pro stavbu samotné dispozice. Díky tomu nemůže dojít k nepřesnému umístění například zdí tak, že by mezi nimi vznikla nežádaná mezera.

Pro přidání modelu do EBS je nejdříve nutné ho umístit do scény. Dále je potřeba přidat k objektu v panelu Inspektor komponentu *Mesh Collider*. Ta zajistí, že objektem nebude možné procházet, nebo přes něj umísťovat další objekty. (obr. 19) Poté se pomocí nástroje *Create New Piece Behaviour* vytvoří a uloží prefabrikát, který lze dále používat v EBS.



Obr. 19: Detekce kolize a nemožnost umístit objekt

K vytvořenému prefabrikátu byl automaticky přiřazen skript *Piece Behaviour*, který zajišťuje jeho chování. Základní nastavení (*General Settings*) (obr. 20) umožňuje nastavit několik parametrů. Nejdůležitější je nastavit pro každý kus jedinečný identifikátor *Id*. Pro lepší přehled je dobré model vhodně pojmenovat. Následně je možné nastavit pomocí políček *Piece Editable* nebo *Piece Destructible*, zda bude možné daný model editovat, respektive odstranit.

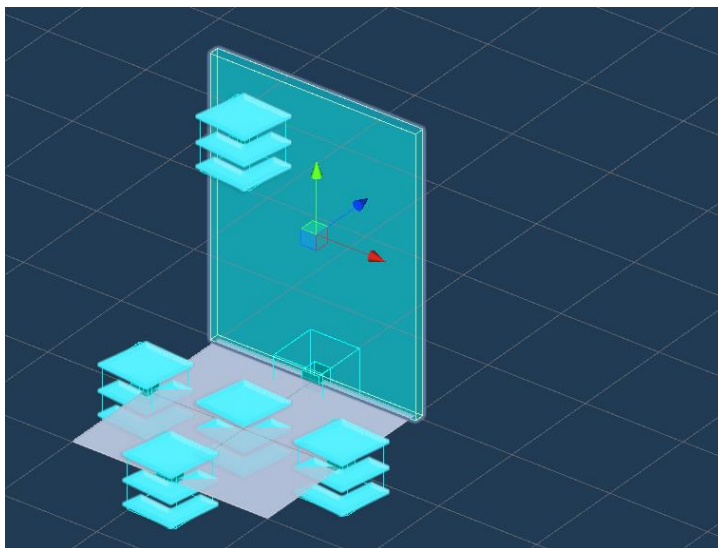


Obr. 20: Základní nastavení

V další záložce nastavení náhledu (*Preview Settings*) je pro objekty ke stavbě dispozice nejdůležitější nastavit úhel rotace, o který lze model při stavbě otáčet. Zde je volen úhel 90°. Důležité je rovněž políčko *Preview Require Socket*, které určuje, zda je pro umístění modelu potřeba příchytý bod. Vzhledem k tomu, že je žádoucí, aby šlo začít stavět kdekoli, je u modelu podlahy tato volba deaktivována. U ostatních modelů pro stavbu dispozice je naopak této funkce využita.

Nastavení chování z hlediska kolizí lze nalézt v záložce *Condition Settings*. Zde je potřeba pro detekci kolizí zapnout volbu *Internal Collision Detection*. Volba *Collision Layers* určuje, ve kterých vrstvách se bude kolize detekovat. Proto aby bylo možné vytvořit opravdu modulární systém, kde lze postavit téměř jakoukoliv dispozici, bylo nutné, aby se některé modely překrývali. Aby nedocházelo k tomu, že tento objekt nepůjde kvůli detekované kolizi umístit, je zde volba *Collision Clipping Tolerance*. Díky této volbě lze nastavit míru tolerance, kdy bude kolize ignorována. Jako univerzální hodnota pro většinu modelů v aplikaci se osvědčila hodnota 0.9.

Na řadě je přidání socketů (obr. 21) pro přichycení dalších modelů. To lze provést v záložce *Utilities Settings* výběrem položky *Create Socket Point*. Tím se vytvoří bod, který stačí umístit na místo, kde bude navazovat další model. V záložce *Offset Settings* lze k danému bodu přiřadit odpovídající modely a případně upravit jejich pozici nebo natočení.



Obr. 21: Model podlahy se sockety

Posledním krokem je přidání prefabrikátu do seznamu použitelných kusů pro výběr při stavbě. K tomuto slouží skript s názvem *Build Manager*. V záložce *Piece Settings* se nachází pole, do kterého lze jednoduše přetáhnout prefabrikát ze složky projektu.

#### 4.6.3 Modely pro interiér

U modelů pro stavbu interiéru bylo žádoucí, aby šlo model umisťovat jen do předem daných socketů. Tím se zamezilo nepřesnému umístění. Použití stejného principu pro modely interiéru by však bylo velmi nepraktické. Uživatel by měl mít možnost si volně vybrat umístění a omezit tento výběr pouze kolizemi s jiným modelem. Proto EBS nabízí i možnost volného umístění.

Hlavním rozdílem v nastavení je aktivace parametru *Preview Free Movement*, který umožňuje volné umístění bez potřeby socketu. U nábytku byl pak zvolen úhel otáčení po 5°. Zbytek nastavení je pak shodný s modely pro stavbu dispozice.

#### 4.6.4 Ovládání ve VR

Aby bylo možné umisťovat objekty ve VR pomocí EBS, je nutné nastavit ovládání. Výchozí ovládání je nastaveno pro ovládání pomocí klávesnice a myši a obstarává ho skript *Builder Desktop Input*. Proto bude nutné tento skript upravit pro ovládání ve VR.

SteamVR využívá k ovládání tzv. akce. Vzhledem k tomu, že VR zařízení se neustále vyvíjejí a tím se mění i způsob ovládání, bylo by nutné při klasickém přiřazování tlačítek neustále měnit kód. Místo toho jsou tedy vytvořeny akce, které abstrahují část kódu, který je specifický pro dané zařízení. Vývojář se tak může soustředit pouze na tyto akce a při příchodu nového zařízení stačí, aby uživatelé namapovali ovládání na dané akce bez potřeby změny kódu.

Pro ovládání aplikace na návrh interiéru bude potřeba několika základních akcí. Jedná se konkrétně o tyto akce:

- *PlacementMode* – aktivuje mód stavění a umísťování objektů
- *DestructionMode* – slouží k odstranění objektu
- *EditMode* – nabízí možnost již umístěný objekt přemístit na jiné místo
- *Validate* – potvrdí umístění, odstranění nebo editaci objektu
- *Cancel* – zruší aktuálně vybranou akci a navrátí hráče do výchozího módu
- *ChangePieceUp* – umožňuje listovat seznamem modelů vzestupným směrem Id hodnot
- *ChangePieceDown* – listování seznamem modelů sestupným směrem Id hodnot
- *RotateRight* – rotace objektu po směru hodinových ručiček
- *RotateLeft* – rotace objektu proti směru hodinových ručiček

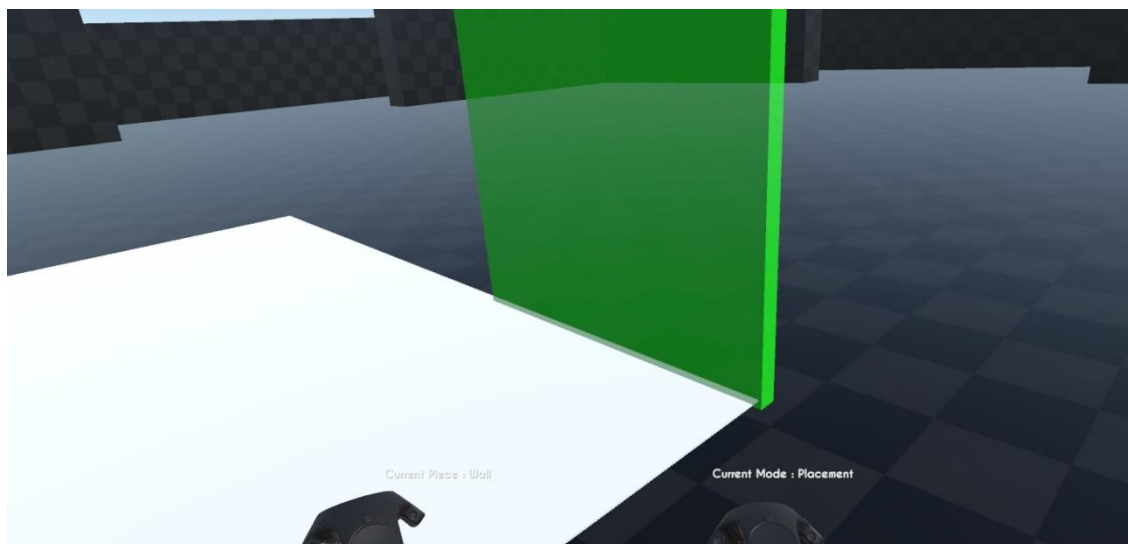
Tyto akce je třeba nejdříve vytvořit v panelu pomocí nástroje *SteamVR Input*. Pro všechny akce využívané v této aplikaci je použit typ *boolean*, který může nabývat binární hodnoty. Po vytvoření těchto akcí je zbývá přiřadit na tlačítka ovladače. V rozhraní pro nastavení ovladačů lze jednoduše vybrat tlačítko a přiřadit k němu požadovanou akci. Dále nabízí toto rozhraní tzv. *Mirror Mode*, který zrcadlí ovládání z jednoho ovladače na druhý, takže lze oba ovladače používat stejným způsobem. V případě potřeby větší variability ovládání je ale lepší tento mód deaktivovat a každému ovladači přiřadit jiné akce.

Jak už bylo zmíněno, EBS nemá podporu ovládání ve VR, proto je potřeba upravit skript *Builder Desktop Input* přidáním podmínek pro jednotlivé akce. (obr. 23)

```
if (SteamVR_Input.__actions_default_in_PlacementMode.GetStateDown(SteamVR_Input_Sources.RightHand))  
{  
    BuilderBehaviour.Instance.ChangeMode(BuildMode.Placement);  
}
```

Obr. 22: Změna módu pomocí SteamVR akce

Po provedení uvedených změn, lze již celou aplikaci ovládat skrze virtuální realitu. Funkčnost ovládání byla otestována na reálném zařízení HTC Vive Pro. (obr. 23)



Obr. 23: Ukázka ovládání aplikace ve VR

## 4.7 Popis aplikace pro návrh interiéru

Návrh interiéru je poměrně složitá záležitost z hlediska různorodosti jeho provedení. V reálu lze postavit téměř jakoukoliv dispozici, například s obloukovými nebo zkosenými zdmi, více pater atd. Pro jednoduchost se tedy aplikace zaměřuje na čisté čtvercovou nebo obdélníkovou dispozici. V následujících kapitolách budou detailněji popsány vlastnosti a funkce této aplikace.

### 4.7.1 Stavba dispozice

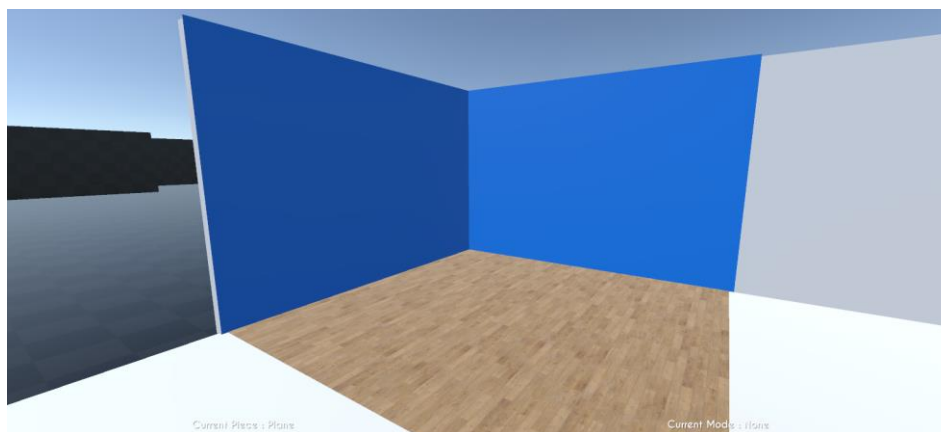
Systém stavby dispozice je poměrně jednoduchý. Základním krokem je postavení modelu podlahy, ke kterému lze následně připojovat ostatní modely. Systém nabízí stavbu jednopatrové dispozice čtvercového nebo obdélníkového tvaru. Modely jsou dimenzovány po dvou metrech, výška modelu zdi je pak 2,8 metru. Tyto rozměry byly určeny především pro rychlé testování a v případném reálném použití by bylo vhodné nabídnout modely ve více rozměrech. Pro okna a dveře je připravený model zdi s otvory pro tyto prvky. Rovněž je možné dispozici rozdělit na libovolný počet místností. Celou stavbu pak lze zakončit umístěním modelů stropu.

Důležitým prvkem, který v mnoha případech zcela dokáže změnit pocit z interiéru je barva zdí, případně použitá podlaha. V případě změny barvy ale přichází docela složitá

situace k řešení. Nejjednodušším způsobem, jak toho dosáhnout je možnost změnit materiál modelu. Tím však nastane jeden zásadní problém. Při aplikaci daného materiálu na model dojde ke změně na celém modelu, tedy na všech jeho plochách. To není úplně praktické, protože v takovém případě by nebylo možné například v sousedních místnostech aplikovat na stejnou zeď jiné barvy.

Nabízí se tedy druhé řešení, které výše zmíněný nedostatek odstraňuje. Tím je použití velmi tenkého modelu, na který bude aplikován požadovaný materiál a pomocí socketu se přichytí k danému modelu. (obr. 24) U tohoto řešení však nastává problém s potřebou vytvoření několika těchto „rovin“ pro každý typ modelu, například pro model s otvorem pro dveře. V případně většího počtu takových modelů by bylo toto řešení nejen pracné, ale i uživatelsky nepřívětivé.

Vzhledem k aktuálnímu, relativně nízkému počtu modelů, bylo využito druhého řešení. Tento problém však může představovat podnět k budoucímu vylepšení aplikace.



Obr. 24: Aplikace tenkého modelu pro změnu barvy nebo textury

#### 4.7.2 Interiér

Pro návrh interiéru je pro uživatele důležité mít možnost si ho navrhnout plně podle svých představ. Díky možnosti volnému umístění je to velmi jednoduché. Rovněž je možné na již umístěný model umístit další. Tím lze například umístit dekorativní předměty na nábytek. Samozřejmostí je možnost otáčení modelů po 5°. Díky tomu, lze interiér rozložit opravdu libovolně. (obr. 25) Součástí jsou také modely, které se umísťují na zeď. U těchto modelů je zajištěno přichycení k povrchu zdi, ale zároveň je v rámci zdi umožněn volný pohyb. Příkladem modelů, které lze takto umístit, je například vypínač pro světla, nebo skříňky na zeď. U některých modelů by bylo možné v reálném použití zkombinovat volné umístění s přichytáváním pomocí socketů. Došlo by tak k jednoduššímu umísťování na sebe navazujících modelů například kuchyňské linky.

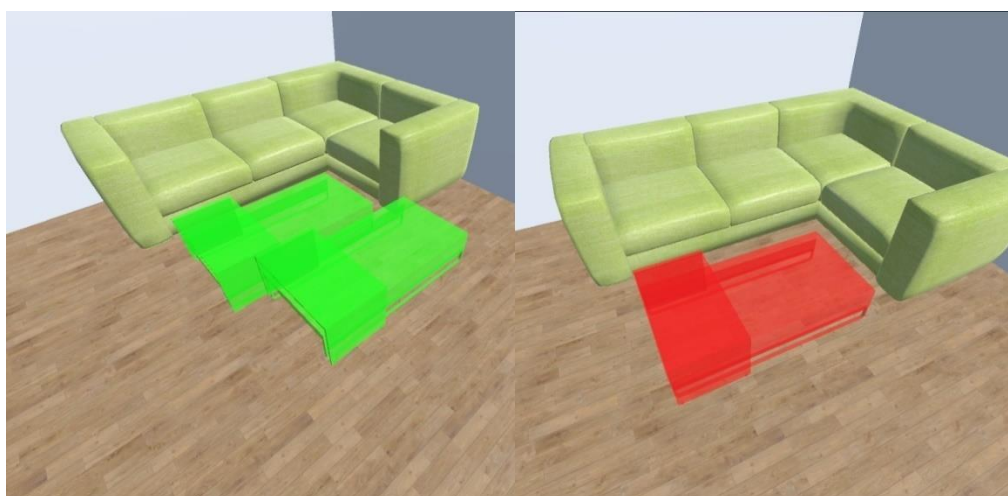




Obr. 25: Příklad umístění na zeď a libovolné otočení model

#### 4.7.3 Editace a odstranění modelu

Při návrhu může nastat situace, kdy uživatel bude chtít vytvořený interiér upravit případně model odstranit. K tomu slouží mód editace, respektive destrukce. (obr. 26) V módu editace lze vybrat objekt k přesunutí, a po následném výběru nové pozice a potvrzení dojde k přesunu objektu. V módu destrukce pak lze objekt zcela odstranit. Vzhledem k tomu, že aplikace slouží pouze k vizualizaci, není třeba řešit fyziku objektů při destrukci. Modely umístěné na jiných modelech tedy zůstanou viset v prostoru.

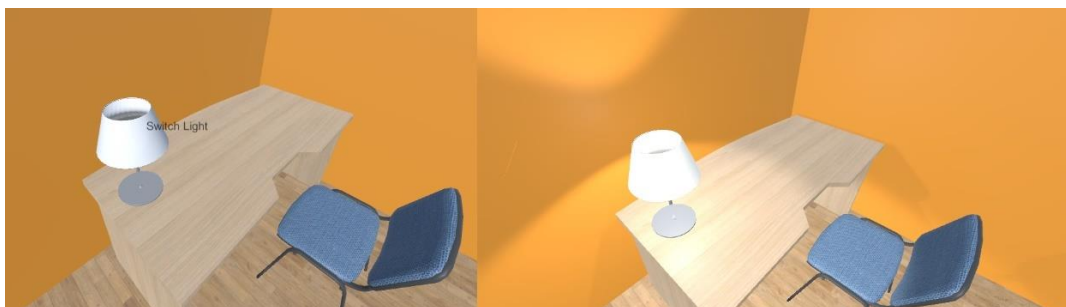


Obr. 26: Vlevo mód editace, vpravo mód destrukce

#### 4.7.4 Interaktivní prvky

Pro věrohodný zážitek z virtuální reality jsou důležité interaktivní prvky. Těch lze v interiéru vymyslet nespočetně. Jedním z nejpodstatnějších je otevírání dveří a různých skříněk. Neméně důležité je také ovládání osvětlení. V této aplikaci je zahrnuto právě již zmíněné otevírání dveří pomocí tlačítka na ovladači. Pro zpříjemnění zážitku je otevření doprovázeno animací stisknutí kliky a následným pozvolným otevíráním. Dále je možné pomocí vypínačů ovládat světla.





Obr. 27: Interaktivní rozsvícení lampy



## 5 ZÁVĚR

Cílem práce bylo provedení rešerše týkající se problematiky virtuální reality a provést zhodnocení dostupných enginů. Po prostudování této problematiky následoval úkol vytvořit aplikaci pro návrh interiéru ve VR včetně aktivních a interaktivních prvků.

V části pojednávající o teorii byla nejdříve virtuální realita definována. Následovala část, zabývající se historickým vývojem VR, popisem tehdejších technologií až po průzkum zařízení, která jsou dostupná v současnosti. U nich byly uvedené i základní technické parametry a jejich nejdůležitější funkce.

V oblasti enginů byla provedena rešerše na vhodné definování tohoto pojmu, historický vývoj a základní komponenty. Dále byly vybrány nejvýznamnější zástupci herních enginů, u kterých byly zmíněny základní informace spolu s funkcemi, které nabízí. Zároveň byly srovnány varianty jejich licencí včetně aktuální ceny.

K tvorbě aplikace byl jako nejvhodnější engine zvolen Unity. U něj je popsán postup tvorby nového projektu, jeho uživatelské rozhraní a podrobný postup, jak do něj implementovat podporu pro VR headset. Zároveň je ukázán postup tvorby základních modelů. Složitější modely pro interiér byly importovány z Unity Asset Storu.

Pro stavbu dispozice a umístování interiérových prvků byl využit doplněk Easy Build System rovněž z Unity Asset Storu. V kapitole týkající se tohoto systému je detailně ukázán postup práce s tímto doplňkem. Od vložení objektů do scény přes přípravu modelů pro tento systém. Dále je uvedena nutná úprava kódu tohoto doplňku, pro možnost jej ovládat skrze VR.

Závěr praktické části se věnuje vlastnostem, omezeními vytvořené aplikace a jejími interaktivními prvky, doplněnou o názorné obrázky.

Výsledná aplikace byla úspěšně otestována na reálném VR headsetu včetně ovládání. Aplikace vhodně splnila možnost navrhnout si téměř libovolný interiér včetně samotné dispozice. Vhodným vylepšením, které by usnadnilo výběr požadovaného modelu, by byl katalog s možností rozřazení modelů do kategorií. Rovněž zajímavým vylepšením by byla možnost měnit barvu na jednotlivých plochách modelu místo aktuálního řešení. Lepšímu realistickému zážitku by bylo možné dosáhnout zlepšením kvality modelů, případně přidáním realistického osvětlení.

Díky VR a hernímu enginu Unity je možné vytvořit aplikaci určenou k návrhu interiéru, která dokáže navrhnout celý interiér včetně samotné dispozice a interaktivních prvků. Uživateli tak nabízí si před samotnou realizací utvořit dokonalou představu, jak bude výsledný interiér vypadat. Tím tedy bylo dosaženo stanovených cílů této práce.



## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] SHERMAN, William R. a Alan B. CRAIG. *Understanding virtual reality: interface, application and design*. Amsterdam: Morgan Kaufmann, 2003. ISBN 15-586-0353-0.
- [2] MIHELJ, Matjaž, Domen NOVAK a Samo BEGUŠ. *Virtual Reality Technology and Applications*. Netherlands: Springer Netherlands, 2014. ISBN 978-94-007-6910-6.
- [3] IJSSELSTEIJN, Wijnand A. History of Telepresence. *3D Videocommunication*. Chichester, UK, 2005, , 5-21. ISBN 9780470022733. Dostupné z: doi:10.1002/0470022736.ch1
- [4] A modern smartphone or a vintage supercomputer: which is more powerful?. *PhoneArena* [online]. Varna, Bulgaria, 2014 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: [https://www.phonearena.com/news/A-modern-smartphone-or-a-vintage-supercomputer-which-is-more-powerful\\_id57149](https://www.phonearena.com/news/A-modern-smartphone-or-a-vintage-supercomputer-which-is-more-powerful_id57149)
- [5] History of VR - Timeline of Events and Tech Development. *VirtualSpeech* [online]. 2019 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://virtualspeech.com/blog/history-of-vr>
- [6] 12 VR Headsets That Predate Oculus (Don't Tell Facebook). *PCMag* [online]. 2014 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://uk.pcmag.com/wearables/32468/12-vr-headsets-that-predicate-oculus-dont-tell-facebook?p=1>
- [7] Virtuální realita – historie a současnost. *VREducation* [online]. Olomouc [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://vreducation.cz/virtualni-realita-historie-a-soucasnost/>
- [8] The LEEP Panoramic Stereo Photography System. *LEEPVR* [online]. [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <http://www.leepvr.com/theleepsystem.php>
- [9] A Brief History of VR. *VeeR VR Blog* [online]. 2018 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://veer.tv/blog/a-brief-history-of-vr/>
- [10] Super Glove Ball. *Giant Bomb* [online]. [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://www.giantbomb.com/super-glove-ball/3030-13107/>
- [11] PAX Power Glove for Famicom. *The Centre for Computing History* [online]. Cambridge [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <http://www.computinghistory.org.uk/det/37392/PAX-Power-Glove-for-Famicom/>
- [12] Super-Glove-Ball-1. *Nintendo Times* [online]. [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://www.nintendotimes.com/super-glove-ball-1/>

- [13] CAVE (Cave Automatic Virtual Environment). *WhatIs: TechTarget* [online]. 2016 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://whatis.techtarget.com/definition/CAVE-Cave-Automatic-Virtual-Environment>
- [14] VR CAVE system: an immersive technology. *Laval Virtual* [online]. 2020 [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://blog.laval-virtual.com/en/vr-cave-system-an-immersive-technology/>
- [15] Palmer Luckey. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2021 [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Palmer\\_Luckey](https://en.wikipedia.org/wiki/Palmer_Luckey)
- [16] PlayStation VR: The Ultimate FAQ. *PlayStation.Blog* [online]. 2017 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://blog.playstation.com/2017/10/02/playstation-vr-the-ultimate-faq/>
- [17] Oculus Rift S. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Oculus\\_Rift\\_S](https://en.wikipedia.org/wiki/Oculus_Rift_S)
- [18] Rift S. *Oculus* [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: [https://www.oculus.com/rift-s/?locale=cs\\_CZ](https://www.oculus.com/rift-s/?locale=cs_CZ)
- [19] Oculus Quest 2. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Oculus\\_Quest\\_2](https://en.wikipedia.org/wiki/Oculus_Quest_2)
- [20] Culus Quest 2 oficiálně potvrzen. *Zing* [online]. 2020 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.zing.cz/novinky/96204797/oculus-quest-2-oficialne-potvrzen/>
- [21] HTC Vive. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/HTC\\_Vive](https://en.wikipedia.org/wiki/HTC_Vive)
- [22] Kompletní profesionální balení HTC Vive Pro představeno. *AVMAG* [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://avmag.cz/kompletni-profesionalni-baleni-htc-vive-pro-predstaveno/>
- [23] Valve Index. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Valve\\_Index](https://en.wikipedia.org/wiki/Valve_Index)
- [24] VR Brýle Valve Index jsou tu: 144 Hz a ULMB, nové snímání i ovladače, ale dost stojí. *CNEWS* [online]. 2019 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.cnews.cz/valve-index-vr-headset-virtualni-realita-uvedeni-specifikace-cena>
- [25] Co je to herní engine. *České mody* [online]. 2016 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.ceskemody.cz/clanky.php?clanek=56>

- [26] Game engine. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Game\\_engine](https://en.wikipedia.org/wiki/Game_engine)
- [27] TRENHOLME, David a Shamus P. SMITH. Computer game engines for developing first-person virtual environments. *Virtual Reality*. 2008, **12**(3), 181-187. ISSN 1359-4338. Dostupné z: doi:10.1007/s10055-008-0092-z
- [28] Game Engine and History of Game Development. *Study tonight* [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.studytonight.com/3d-game-engineering-with-unity/game-engine>
- [29] An overview of Unreal Engine. *Packt* [online]. 2015 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://hub.packtpub.com/overview-unreal-engine/>
- [30] Epic Games' New MetaHuman Creator Helps Devs Create Characters. *IGN* [online]. 2021 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.ign.com/articles/epic-games-metahuman-creator-reveal-unreal-engine>
- [31] FREQUENTLY ASKED QUESTIONS (FAQ). *Unreal Engine* [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.unrealengine.com/en-US/faq>
- [32] CONNECT IPHONE TO THE METAHUMAN TUTORIAL. *3Dart* [online]. 2021 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.3dart.it/en/connect-iphone-to-the-metahuman-tutorial/>
- [33] Unity (game engine). In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Unity\\_\(game\\_engine\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_(game_engine))
- [34] WANG, Sa, Zhengli MAO, Changhai ZENG, Huili GONG, Shanshan LI a Beibei CHEN. A new method of virtual reality based on Unity3D. *2010 18th International Conference on Geoinformatics*. IEEE, 2010, , 1-5. ISBN 978-1-4244-7301-4. Dostupné z: doi:10.1109/GEOINFORMATICS.2010.5567608
- [35] Compare plans. *Unity* [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://store.unity.com/compare-plans>
- [36] Evolving the Unity Editor UX. *Unity Blog* [online]. 2019 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://blogs.unity3d.com/2019/08/29/evolving-the-unity-editor-ux/>
- [37] CryEngine. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/CryEngine>

- [38] Licensing. *CryEngine* [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.cryengine.com/support/view/licensing>
- [39] Why choose cry engine?. *Medium* [online]. 2016 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://medium.com/@virtualdesigner/why-choose-cry-engine-15de0a2982d7>
- [40] Easy Build System v5.2.5. *Unity Asset Store* [online]. [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://assetstore.unity.com/packages/templates/systems/easy-build-system-v5-2-5-45394>
- [41] Apartment Door. *Unity Asset Store* [online]. [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/apartment-door-146225>
- [42] Big Furniture Pack. *Unity Asset Store* [online]. [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/furniture/big-furniture-pack-7717>
- [43] Welcome. *Easy Build System* [online]. 2021 [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: [https://app.archbee.io/public/GMemTqOKtUwWMJXi\\_bct/welcome--Jxp3](https://app.archbee.io/public/GMemTqOKtUwWMJXi_bct/welcome--Jxp3)
- [44] FLOPS. *Wikipedia* [online]. San Francisco: Wikimedia Foundation, 2020 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/FLOPS>